

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΕΞΑΣΚΗΣΗΣ

**27.11** (ΜΙΑ ΓΡΗΓΟΡΗ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΗΣ ΘΕΩΡΙΑΣ) Να συμπληρώσετε με τις κατάλληλες λέξεις τα κενά των παρακάτω προτάσεων.

- α. Όταν το φως αλλάζει μέσο διάδοσης, αλλάζει ..... και λέμε τότε ότι .....
- β. Όταν το φως περάσει από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο υλικό, τότε η γωνία πρόσπτωσης είναι ..... από τη γωνία διάθλασης.
- γ. Όταν το φως περάσει από οπτικά αραιότερο σε οπτικά πυκνότερο υλικό, τότε η διαθλώμενη ακτίνα ..... την κάθετη ευθεία στο σημείο πρόσπτωσης.
- δ. Μεταξύ δύο υλικών όποιο έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης χαρακτηρίζεται ως οπτικά .....
- ε. Όταν το φως διαδίδεται από τον αέρα σε κάποιο οπτικά πυκνότερο μέσο, ο νόμος του Σνελ έχει τη μορφή: .....
- στ. Όταν το φως διαδίδεται από ένα οπτικά πυκνότερο μέσο στον αέρα, ο νόμος του Σνελ έχει τη μορφή: .....
- ζ. Ο δείκτης διάθλασης ενός υλικού ορίζεται από τη σχέση ..... και έχει τιμές ..... της μονάδας.
- η. Ο δείκτης διάθλασης εξαρτάται από το ..... και από το ..... του φωτός.

**27.12** Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.

- Κατά τη διάθλαση το φως αλλάζει μέσο διάδοσης.
- Αν μια φωτεινή ακτίνα πέσει κάθετα στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων, τότε ανακλάται.
- Αιτία της διάθλασης είναι η διαφορετική ταχύτητα διάδοσης του φωτός στα διάφορα υλικά.
- Αν μεταξύ δύο υλικών Α και Β το φως διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο μέσο Α, τότε αυτό θα χαρακτηρίζεται ως οπτικά πυκνότερο.
- Σύμφωνα με τους νόμους της διάθλασης, η προσπίπτουσα ακτίνα, η διαθλώμενη ακτίνα και η κάθετη δεν είναι απαραίτητο να βρίσκονται πάντα στο ίδιο επίπεδο.

**27.13** Μια λεπτή δέσμη φωτός που διαδίδεται στον αέρα πέφτει πλάγια στην επιφάνεια ενός γυάλινου πλακιδίου. Τι από τα παρακάτω θα συμβεί;

- α. Όλη η δέσμη του φωτός ανακλάται.

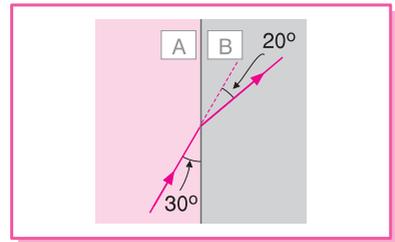
- β. Όλη η δέσμη του φωτός διαθλάται.
- γ. Ένα μέρος της δέσμης φωτός ανακλάται και το υπόλοιπο διαθλάται πλησιάζοντας προς την κάθετη ευθεία στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων.
- δ. Ένα μέρος της δέσμης φωτός ανακλάται και το υπόλοιπο διαθλάται απομακρυνόμενο από την κάθετη ευθεία στη διαχωριστική επιφάνεια των δύο μέσων.

**27.14** Τι από τα παρακάτω θα αλλάξει για μια λεπτή φωτεινή δέσμη, όταν συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια δύο μέσων και διαθλαστεί;

- α. Η διεύθυνση διάδοσής της.
- β. Η ταχύτητα διάδοσής της.
- γ. Το μέσο διάδοσης.
- δ. Όλα τα παραπάνω.

**27.15** Τι από τα παρακάτω ισχύει για τη γωνία πρόσπτωσης και τη γωνία διάθλασης του διπλανού σχήματος;

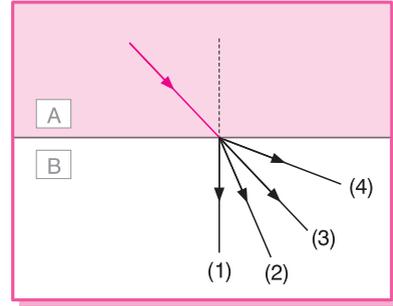
- α.  $\hat{\pi} = 30^\circ$  και  $\hat{\delta} = 50^\circ$ .
- β.  $\hat{\pi} = 60^\circ$  και  $\hat{\delta} = 50^\circ$ .
- γ.  $\hat{\pi} = 60^\circ$  και  $\hat{\delta} = 40^\circ$ .
- δ.  $\hat{\pi} = 30^\circ$  και  $\hat{\delta} = 40^\circ$ .



**27.16** Μια λεπτή δέσμη φωτός διέρχεται από το νερό στον αέρα. Αν η γωνία πρόσπτωσης είναι  $\hat{\pi} = 35^\circ$  και η γωνία διάθλασης είναι  $\hat{\delta} = 55^\circ$ , η γωνία που σχηματίζει η ανακλώμενη ακτίνα με τη διαθλώμενη είναι ίση με:

- α.  $20^\circ$
- β.  $90^\circ$
- γ.  $35^\circ$
- δ.  $55^\circ$

**27.17** Για το διπλανό σχήμα δίνεται ότι το υλικό A είναι οπτικά πυκνότερο από το υλικό B. Ποια από τις ακτίνες του σχήματος αποτελεί τη διαθλώμενη ακτίνα της προσπίπτουσας ακτίνας ΑΟ;



- α. Η ακτίνα (1).
- β. Η ακτίνα (2).
- γ. Η ακτίνα (3).
- δ. Η ακτίνα (4).

**27.18** Μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε ένα μέσο A υφίσταται διάθλαση περνώντας σε ένα μέσο B. Αν γνωρίζουμε ότι η γωνία πρόσπτωσης είναι μικρότερη από τη γωνία διάθλασης, τότε:

- α. το φως διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο μέσο A
- β. το μέσο B είναι οπτικά πυκνότερο
- γ. ο δείκτης διάθλασης είναι μεγαλύτερος για το μέσο B
- δ. το μέσο A μπορεί να είναι το νερό και το μέσο B ο αέρας

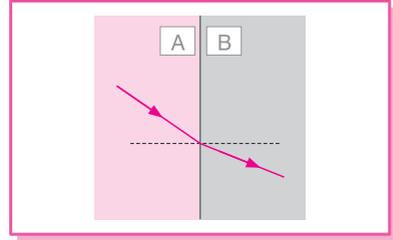
**27.19** Μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε ένα μέσο A με ταχύτητα  $u_1$  συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης A από ένα άλλο μέσο B, διαθλάται και συνεχίζει την πορεία της στο μέσο B, όπου διαδίδεται με ταχύτητα  $u_2$  ( $u_1 > u_2$ ). Η διαθλώμενη ακτίνα:

- α. πλησιάζει στην κάθετη
- β. απομακρύνεται από την κάθετη
- γ. συνεχίζει ανεπηρέαστη την πορεία της
- δ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε πώς θα κινηθεί

**27.20** Μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε ένα μέσο A με δείκτη διάθλασης  $n_1$  συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης A από ένα άλλο μέσο B, διαθλάται και συνεχίζει την πορεία της στο μέσο B, που έχει μικρότερο δείκτη διάθλασης  $n_2$ . Τι θα ισχύει για τη γωνία πρόσπτωσης ( $\hat{\eta}$ ) και για τη γωνία διάθλασης ( $\hat{\delta}$ );

- α.  $\hat{\eta} < \hat{\delta}$ .
- β.  $\hat{\eta} > \hat{\delta}$ .
- γ.  $\hat{\eta} = \hat{\delta}$ .
- δ. Δεν μπορούμε να γνωρίζουμε.

**27.21** Μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε ένα μέσο A διαθλάται, περνά στο μέσο B και ακολουθεί την πορεία που φαίνεται στο σχήμα. Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.



- Η γωνία διάθλασης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία πρόσπτωσης.
- Το μέσο A είναι οπτικά πυκνότερο.
- Το φως διαδίδεται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο μέσο A.
- Ο δείκτης διάθλασης για το υλικό A είναι μικρότερος.
- Αν η ακτίνα του φωτός διαδιδόταν από το μέσο B στο μέσο A, θα ακολουθούσε την αντίστροφη πορεία.

**27.22** Όταν μια ακτίνα φωτός που διαδίδεται σε ένα μέσο A συναντήσει τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το αρχικό μέσο διάδοσης A από ένα άλλο μέσο B διαθλάται συνεχίζοντας την πορεία της στο μέσο B. Η διαθλωμένη ακτίνα:

- α.** πλησιάζει την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια
- β.** απομακρύνεται από την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια
- γ.** πλησιάζει την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια, αν το μέσο B είναι οπτικά πυκνότερο από το μέσο A
- δ.** πλησιάζει την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια, αν το μέσο B είναι οπτικά αραιότερο από το μέσο A

**27.23** Μια λεπτή δέσμη φωτός που διαδίδεται μέσα σε γυαλί πέφτει πλάγια στη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το γυαλί από το νερό και διαθλάται. Αν γνωρίζουμε ότι στον ίδιο χρόνο το φως διανύει μεγαλύτερη απόσταση στο νερό, τι από τα παρακάτω θα ισχύει;

- α.** Η γωνία πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερη από τη γωνία διάθλασης.
- β.** Η διαθλωμένη ακτίνα πλησιάζει στην κάθετη.
- γ.** Ο δείκτης διάθλασης του γυαλιού είναι μεγαλύτερος.
- δ.** Το νερό είναι οπτικά πυκνότερο από το γυαλί.

**27.24** Σύμφωνα με την αρχή του ελάχιστου χρόνου, κατά τη διάθλαση το φως ακολουθεί τεθλασμένη πορεία διανύοντας:

- α.** μεγαλύτερη απόσταση στο υλικό όπου έχει μεγαλύτερη ταχύτητα
- β.** μικρότερη απόσταση στο υλικό όπου έχει μεγαλύτερη ταχύτητα

- γ. μεγαλύτερη απόσταση στο υλικό όπου έχει μικρότερη ταχύτητα
- δ. και στα δύο μέσα την ίδια απόσταση

**27.25** Τι από τα παρακάτω ισχύει για το δείκτη διάθλασης;

- α. Έχει μονάδα μέτρησης το m/s.
- β. Έχει στο κενό τιμή μεγαλύτερη από 1.
- γ. Όσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα διάδοσης στο μέσο, τόσο μικρότερος είναι.
- δ. Δεν εξαρτάται από το είδος της ακτινοβολίας στην οποία αναφέρεται.

**27.26** Ένας φίλος σας ισχυρίζεται ότι το υλικό που κρατάει στα χέρια του έχει δείκτη διάθλασης  $n = \frac{2}{3}$ . Ο ισχυρισμός του φίλου σας είναι:

- α. σωστός
- β. λανθασμένος
- γ. δεν μπορούμε να γνωρίζουμε

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

**27.27** Μια ακτίνα φωτός διαδίδεται σε τρία διαφορετικά υλικά που χαρακτηρίζονται από δείκτες διάθλασης  $n_1, n_2$  και  $n_3$  αντίστοιχα ( $n_1 > n_2 > n_3$ ). Σε ποιο από τα τρία υλικά το φως κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα;

- α. Στο υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_1$ .
- β. Στο υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_2$ .
- γ. Στο υλικό με δείκτη διάθλασης  $n_3$ .
- δ. Και στα τρία υλικά διαδίδεται με την ίδια ταχύτητα.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

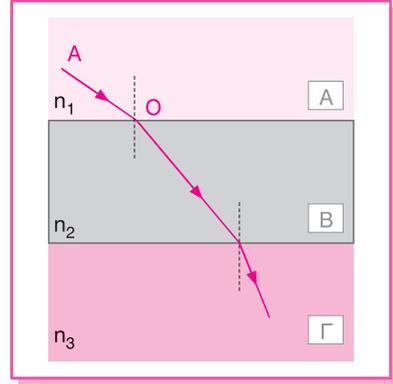
**27.28** Να σημειώσετε με Σ κάθε σωστή πρόταση και με Λ κάθε λανθασμένη.

- Για να συμβεί το φαινόμενο της διάθλασης, θα πρέπει το ένα από τα δύο υλικά να είναι το κενό.
- Το φαινόμενο της διάθλασης εμφανίζεται μόνο όταν μια ακτίνα φωτός περνά από τον αέρα σε κάποιο άλλο υλικό.
- Όταν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με το μηδέν, η γωνία διάθλασης είναι επίσης ίση με το μηδέν.
- Μια ακτίνα φωτός διέρχεται από τον αέρα στο γυαλί. Η γωνία διάθλασης εξαρτάται από τη γωνία πρόσπτωσης.
- Μια ακτίνα φωτός διέρχεται από τον αέρα σε κάποιο υλικό. Η γωνία διάθλασης δεν εξαρτάται από το υλικό.

**27.29** Στο διπλανό σχήμα απεικονίζεται η πορεία μιας ακτίνας φωτός ΑΟ που διαδίδεται διαδοχικά στα μέσα Α, Β και Γ. Τι από τα παρακάτω ισχύει για τους δείκτες διάθλασης των τριών υλικών;

- α.  $n_1 > n_2 > n_3$ .
- β.  $n_1 < n_2 < n_3$ .
- γ.  $n_1 < n_2$  και  $n_2 > n_3$ .
- δ.  $n_1 > n_2$  και  $n_2 < n_3$ .

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.



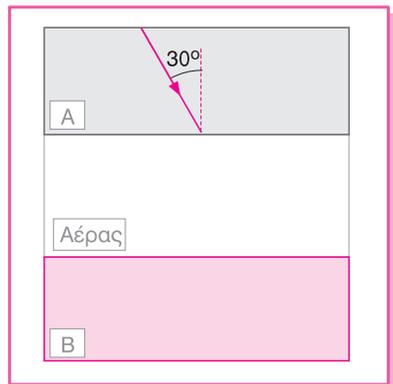
## ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣ ΛΥΣΗ

**27.30** Μια φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται στον αέρα πέφτει πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια ενός μέσου που έχει δείκτη διάθλασης  $n = \sqrt{3}$ . Αν η γωνία διάθλασης είναι ίση με  $30^\circ$ , να υπολογίσετε πόση είναι η γωνία πρόσπτωσης. Δίνονται:  $\eta\mu 30^\circ = \frac{1}{2}$  και  $\eta\mu 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ .

**27.31** Μια φωτεινή ακτίνα διαδίδεται σε υλικό που έχει δείκτη διάθλασης  $n = \sqrt{2}$ . Όταν η ακτίνα συναντάει τη διαχωριστική επιφάνεια του υλικού αυτού με τον αέρα, περνάει στον αέρα. Αν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με  $30^\circ$ , να υπολογίσετε πόση είναι η γωνία διάθλασης της ακτίνας. Δίνονται:  $\eta\mu 30^\circ = \frac{1}{2}$  και  $\eta\mu 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ .

**27.32** Η φωτεινή ακτίνα του διπλανού σχήματος διαδίδεται στο μέσο Α και στη συνέχεια διαθλάται περνώντας διαδοχικά στον αέρα και στη συνέχεια στο μέσο Β. Για τους δείκτες διάθλασης των δύο υλικών ισχύουν:  $n_A = \sqrt{3}$  και  $n_B = \sqrt{\frac{3}{2}}$ .

- α. Να σχεδιάσετε την πορεία της ακτίνας κατά τη διάδοσή της.
- β. Να υπολογίσετε τις γωνίες διάθλασης για τις δύο διαθλάσεις που υφίσταται η φωτεινή ακτίνα.



γ. Με ποια ταχύτητα διαδίδεται το φως στα δύο μέσα Α και Β;

Δίνονται:  $\eta_{\mu 30^\circ} = \frac{1}{2}$ ,  $\eta_{\mu 45^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ,  $\eta_{\mu 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2}$  και η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα  $c = 300.000 \text{ km/s}$ .

**27.33**

Μια φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται στον αέρα πέφτει πάνω στη διαχωριστική επιφάνεια ενός μέσου που έχει δείκτη διάθλασης  $n$ . Αν η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με  $60^\circ$  και η γωνία διάθλασης είναι ίση με  $45^\circ$ , να υπολογίσετε πόσος είναι ο δείκτης διάθλασης του υλικού αυτού. Δίνονται:

$$\eta_{\mu 45^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2} \text{ και } \eta_{\mu 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2}.$$

**27.34**

Η ταχύτητα διάδοσης μιας φωτεινής ακτίνας μέσα σε ένα υλικό είναι ίση με  $240.000 \text{ km/s}$ . Μια φωτεινή ακτίνα που διαδίδεται μέσα στο υλικό συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια που χωρίζει το υλικό αυτό από τον αέρα, διαθλάται και συνεχίζει την πορεία της στον αέρα. Αν η γωνία πρόσπτωσης είναι  $20^\circ$ , να βρείτε:

α. Ποιος είναι ο δείκτης διάθλασης του υλικού;

β. Πόση είναι η γωνία διάθλασης;

Δίνονται:  $\eta_{\mu 20^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{5}$ ,  $\eta_{\mu 25^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{4}$  και η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα  $c = 300.000 \text{ km/s}$ .

**27.35**

Μια φωτεινή ακτίνα διαδίδεται σε υλικό για το οποίο γνωρίζουμε ότι σε χρόνο  $10^{-5} \text{ s}$  διανύει απόσταση  $\frac{3\sqrt{3}}{2} \text{ km}$ .

α. Να βρείτε την ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο υλικό αυτό.

β. Ποιος είναι ο δείκτης διάθλασης του υλικού;

γ. Η ακτίνα φωτός συναντά τη διαχωριστική επιφάνεια του υλικού αυτού με τον αέρα και περνάει στον αέρα. Αν η γωνία διάθλασης είναι ίση με  $60^\circ$ , να υπολογίσετε τη γωνία πρόσπτωσης.

Δίνονται:  $\eta_{\mu 50^\circ} = \frac{3}{4}$ ,  $\eta_{\mu 60^\circ} = \frac{\sqrt{3}}{2}$  και η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στον αέρα  $c = 300.000 \text{ km/s}$ .

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{15 \text{ cm}} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{10 \text{ cm}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{5}{150 \text{ cm}} \Rightarrow p' = 30 \text{ cm}$$

Δηλαδή **το είδωλο είναι πραγματικό.**

6. Για τη μεγέθυνση  $m$  του ειδώλου ισχύει:

$$m = -\frac{p'}{p} = -\frac{30 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} = -2$$

Αφού  $m < 0$ , **το είδωλο είναι αντεστραμμένο.** Για το μέγεθος του ειδώλου ισχύει:

$$m = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow A'B' = m \cdot AB =$$

$$= -2 \cdot 6 \text{ cm} \Rightarrow A'B' = -12 \text{ cm}$$

Δηλαδή **το είδωλο έχει μεγαλύτερο μέγεθος από το αντικείμενο.**

- 26.28** α. Εφαρμόζουμε την εξίσωση των σφαιρικών καθρεφτών, αντικαθιστώντας  $p = 30 \text{ cm}$  και  $p' = -5 \text{ cm}$ , γιατί πρόκειται για κυρτό καθρέφτη και τα είδωλα που σχηματίζονται στον κυρτό καθρέφτη είναι φανταστικά. Επομένως:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{30 \text{ cm}} + \frac{1}{-5 \text{ cm}} = \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = -\frac{5}{30 \text{ cm}} \Rightarrow f = -6 \text{ cm}$$

Άρα η ακτίνα καμπυλότητας  $R$  του καθρέφτη είναι:

$$R = 2f \Rightarrow R = 2 \cdot 6 \text{ cm} \Rightarrow R = 12 \text{ cm}$$

6. Για τη μεγέθυνση  $m$  του ειδώλου ισχύει:

$$m = -\frac{p'}{p} = -\frac{(-5 \text{ cm})}{30 \text{ cm}} = +\frac{1}{6}$$

Για το μέγεθος του μολυβιού ισχύει:

$$m = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow AB = \frac{A'B'}{m} = \frac{3 \text{ cm}}{\frac{1}{6}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AB = 18 \text{ cm}$$

- 26.29** α. Εφαρμόζουμε την εξίσωση των σφαιρικών καθρεφτών, αντικαθιστώντας  $p = 40 \text{ cm}$  και  $p' = -10 \text{ cm}$ , γιατί πρόκειται για κυρτό καθρέφτη και τα είδωλα που σχηματίζονται στον κυρτό καθρέφτη είναι φανταστικά. Επομένως:

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow \frac{1}{40 \text{ cm}} + \frac{1}{-10 \text{ cm}} = \frac{1}{f} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{f} = -\frac{3}{40 \text{ cm}} \Rightarrow f = -\frac{40}{3} \text{ cm}$$

Άρα η ακτίνα καμπυλότητας  $R$  του καθρέφτη είναι:

$$R = 2f \Rightarrow R = 2 \cdot \frac{40}{3} \text{ cm} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \frac{80}{3} \text{ cm}$$

6. Για τη μεγέθυνση  $m$  του ειδώλου ισχύει:

$$m = -\frac{p'}{p} = -\frac{(-10 \text{ cm})}{40 \text{ cm}} = +\frac{1}{4}$$

Για το μέγεθος του μολυβιού ισχύει:

$$m = \frac{A'B'}{AB} \Rightarrow AB = \frac{A'B'}{m} = \frac{4 \text{ cm}}{\frac{1}{4}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow AB = 16 \text{ cm}$$

## 27. Διάθλαση του φωτός

- 27.11** α. διεύθυνση – διαθλάται  
 β. μικρότερη  
 γ. πλησιάζει  
 δ. πυκνότερο  
 ε.  $\frac{\eta_{\mu}(\hat{\eta})}{\eta_{\mu}(\hat{\delta})} = n$   
 στ.  $\frac{\eta_{\mu}(\hat{\eta})}{\eta_{\mu}(\hat{\delta})} = \frac{1}{n}$   
 ζ.  $n = \frac{c}{v}$  – μεγαλύτερες  
 η. υλικό – χρώμα

- 27.12** Σ – Λ (περνάει στο δεύτερο μέσο διάδοσης και συνεχίζει την πορεία

της χωρίς να αλλάξει διεύθυνση) –  $\Sigma$  –  $\Lambda$  (οπτικά αραιότερο) –  $\Lambda$  (είναι πάντα στο ίδιο επίπεδο).

**27.13** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .

**27.14** Σωστή απάντηση είναι η  $\delta$ .

**27.15** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .

**27.16** Σωστή απάντηση είναι η  $\theta$ .

**27.17** Σωστή απάντηση είναι η  $\delta$ .  
Όταν μια ακτίνα φωτός διέρχεται από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο, η ακτίνα απομακρύνεται από την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια.

**27.18** Σωστή απάντηση είναι η  $\delta$ .

**27.19** Σωστή απάντηση είναι η  $\alpha$ , γιατί το μέσο A είναι οπτικά αραιότερο από το μέσο B, οπότε η διαθλώμενη ακτίνα πλησιάζει στην κάθετη.

**27.20** Σωστή απάντηση είναι η  $\alpha$ .  
Αφού το μέσο A έχει μεγαλύτερο δείκτη διάθλασης, τότε η ακτίνα φωτός διαθλάται μεταβαίνοντας από οπτικά πυκνότερο σε οπτικά αραιότερο μέσο διάδοσης.

**27.21**  $\Lambda$  (μικρότερη) –  $\Lambda$  (οπτικά αραιότερο) –  $\Sigma$  –  $\Sigma$  –  $\Sigma$ .

**27.22** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .

**27.23** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .  
Αφού στον ίδιο χρόνο διανύει μεγαλύτερη απόσταση στο νερό, αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο νερό είναι μεγαλύτερη. Έτσι λοιπόν ο δείκτης διάθλασης του νερού θα είναι μικρότερος και του γυαλιού μεγαλύτερος.

**27.24** Σωστή απάντηση είναι η  $\alpha$ .

**27.25** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .

**27.26** Σωστή απάντηση είναι η  $\theta$ , γιατί ο δείκτης διάθλασης έχει τιμές μεγαλύτερες από τη μονάδα.

**27.27** Σωστή απάντηση είναι η  $\gamma$ .  
Σύμφωνα με τη σχέση  $n = \frac{c}{v}$ , το φως κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα στο μέσο όπου ο δείκτης διάθλασης είναι μικρότερος.

**27.28**  $\Lambda$  (το φαινόμενο της διάθλασης συμβαίνει για δύο οποιαδήποτε υλικά) –  $\Lambda$  –  $\Sigma$  –  $\Sigma$  (σύμφωνα με το νόμο του Σνελ) –  $\Lambda$  (σύμφωνα με το νόμο του Σνελ).

**27.29** Σωστή απάντηση είναι η  $\theta$ .  
Επειδή η ακτίνα φωτός κατά το πέρασμά της από το ένα υλικό στο άλλο πλησιάζει συνεχώς προς την κάθετη στη διαχωριστική επιφάνεια, περνά συνεχώς από μέσο μικρότερου δείκτη διάθλασης σε μέσο μεγαλύτερου δείκτη διάθλασης.

**27.30** (Δες θέμα 27.7.)  
Σύμφωνα με το νόμο του Σνελ, στην περίπτωση αυτή είναι:

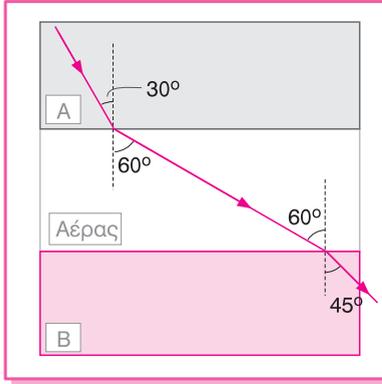
$$\begin{aligned}\frac{\eta\mu(\hat{\pi})}{\eta\mu(\hat{\delta})} &= n \Rightarrow \eta\mu(\hat{\pi}) = n \cdot \eta\mu(\hat{\delta}) = \\ &= \sqrt{3} \cdot \eta\mu 30^\circ = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{\pi} = 60^\circ\end{aligned}$$

**27.31** (Δες θέμα 27.8.)  
Σύμφωνα με το νόμο του Σνελ, στην περίπτωση αυτή είναι:

$$\begin{aligned}\frac{\eta\mu(\hat{\pi})}{\eta\mu(\hat{\delta})} &= \frac{1}{n} \Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}) = n \cdot \eta\mu(\hat{\pi}) = \\ &= \sqrt{2} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{\delta} = 45^\circ\end{aligned}$$

**27.32**  $\alpha$ . Η πορεία της ακτίνας κατά τη διάδοσή της φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, λαμβάνοντας υπόψη ότι:

Κατά τη διάδοση από το μέσο A στον αέρα η ακτίνα απομακρύνεται από την κάθετη, ενώ κατά τη διάδοσή της από τον αέρα στο μέσο B πλησιάζει την κάθετη.



6. Εφαρμόζουμε διαδοχικά το νόμο του Σνελ. Είναι:

- Διάδοση της ακτίνας από το μέσο A στον αέρα:

$$\frac{\eta\mu(\hat{r}_1)}{\eta\mu(\hat{\delta}_1)} = \frac{1}{n_A} \Rightarrow \frac{\eta\mu 30^\circ}{\eta\mu(\hat{\delta}_1)} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}_1) = \sqrt{3} \cdot \eta\mu 30^\circ = \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}_1) = \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \hat{\delta}_1 = 60^\circ$$

- Διάδοση της ακτίνας από τον αέρα στο μέσο B:

$$\frac{\eta\mu(\hat{r}_2)}{\eta\mu(\hat{\delta}_2)} = n_B \Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}_2) = \frac{\eta\mu(\hat{r}_2)}{n_B} = \frac{\eta\mu 60^\circ}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \hat{\delta}_2 = 45^\circ$$

γ. Η ταχύτητα διάδοσης της ακτινοβολίας στα δύο μέσα προσδιορίζεται από το δείκτη διάθλασης. Είναι:

Για το μέσο A:

$$n_A = \frac{c}{u_A} \Rightarrow u_A = \frac{c}{n_A} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{\sqrt{3}} \Rightarrow u_A = 100.000\sqrt{3} \text{ km/s}$$

Για το μέσο B:

$$n_B = \frac{c}{u_B} \Rightarrow u_B = \frac{c}{n_B} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \Rightarrow u_B = 100.000\sqrt{6} \text{ km/s}$$

### 27.33 (Δες θέμα 27.7)

Σύμφωνα με το νόμο του Σνελ, στην περίπτωση αυτή είναι:

$$\frac{\eta\mu(\hat{r})}{\eta\mu(\hat{\delta})} = n \Rightarrow n = \frac{\eta\mu(\hat{r})}{\eta\mu(\hat{\delta})} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{\sqrt{2}}{2}} \Rightarrow n = \sqrt{\frac{3}{2}}$$

27.34 α. Ο δείκτης διάθλασης του υλικού είναι:

$$n = \frac{c}{u} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{240.000 \text{ km/s}} \Rightarrow n = \frac{5}{4}$$

6. Σύμφωνα με το νόμο του Σνελ, στην περίπτωση αυτή είναι:

$$\frac{\eta\mu(\hat{r})}{\eta\mu(\hat{\delta})} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\eta\mu 20^\circ}{\eta\mu(\hat{\delta})} = \frac{1}{\frac{5}{4}} \Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}) = \frac{5}{4} \cdot \eta\mu 20^\circ = \frac{5}{4} \cdot \frac{\sqrt{3}}{5} \Rightarrow \eta\mu(\hat{\delta}) = \frac{\sqrt{3}}{4} \Rightarrow \hat{\delta} = 25^\circ$$

27.35 α. Η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο υλικό είναι:

$$u = \frac{x}{t} = \frac{3\sqrt{3}}{10^{-5} \text{ s}} \text{ km} \Rightarrow u = 150.000\sqrt{3} \text{ km/s}$$

6. Ο δείκτης διάθλασης του υλικού είναι:

$$n = \frac{c}{u} = \frac{300.000 \text{ km/s}}{150.000\sqrt{3} \text{ km/s}} = \frac{2}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow n = \frac{2\sqrt{3}}{3}$$

- γ. Σύμφωνα με το νόμο του Σνελ, στην περίπτωση αυτή είναι:

$$\frac{\eta\mu(\hat{\pi})}{\eta\mu(\hat{\delta})} = \frac{1}{n} \Rightarrow \frac{\eta\mu(\hat{\pi})}{\eta\mu 60^\circ} = \frac{1}{\frac{2\sqrt{3}}{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta\mu(\hat{\pi}) = \frac{\eta\mu 60^\circ}{\frac{2\sqrt{3}}{3}} = \frac{\frac{\sqrt{3}}{2}}{\frac{2\sqrt{3}}{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta\mu(\hat{\pi}) = \frac{3}{4} \Rightarrow \hat{\pi} = 50^\circ$$

## 28. Εφαρμογές της διάθλασης του φωτός

- 28.6 α. ρηχή  
 β. διάθλαση – ολική ανάκλαση  
 γ. οριακή  
 δ.  $\eta\mu\hat{\pi}_c = \frac{1}{n}$   
 ε. ολικής ανάκλασης

- 28.7 Σ – Λ (στο φαινόμενο της ολικής ανάκλασης) – Σ – Σ – Σ.

- 28.8 Σωστή απάντηση είναι η γ.

- 28.9 Σωστή απάντηση είναι η α.  
 Επειδή η ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο νερό σε σύγκριση με την ταχύτητα διάδοσης του φωτός στο γυαλί είναι μεγαλύτερη, τότε οπωσδήποτε θα συμβεί διάθλαση και δεν μπορεί να συμβεί ολική ανάκλαση.

- 28.10 Σωστή απάντηση είναι η β.  
 Λόγω της φαινομενικής ανύψωσης των αντικειμένων στο νερό, το ψάρι γίνεται αντιληπτό πιο ψηλά σε σχέση με την πραγματικότητα.

- 28.11 Σωστή απάντηση είναι η α.  
 Η κρίσιμη γωνία για το μέσο Α είναι:

$$\eta\mu\hat{\pi}_c = \frac{1}{n} = \frac{1}{2} \Rightarrow \hat{\pi}_c = 30^\circ$$

Επειδή λοιπόν η γωνία πρόσπτωσης ( $20^\circ$ ) είναι μικρότερη από την κρίσιμη γωνία, θα συμβεί διάθλαση και η ακτίνα θα περάσει στον αέρα.

- 28.12 Σωστή απάντηση είναι η β.  
 Επειδή η γωνία πρόσπτωσης είναι ίση με  $50^\circ$ , δηλαδή ίση με την κρίσιμη γωνία, η φωτεινή ακτίνα φτάνοντας στη διαχωριστική επιφάνεια θα γίνει παράλληλη σε αυτήν.

- 28.13 Σωστή απάντηση είναι η α.  
 Για να συμβεί ολική ανάκλαση, θα πρέπει η γωνία πρόσπτωσης να είναι μεγαλύτερη από  $30^\circ$ , κάτι που συμβαίνει για την ακτίνα 1.

- 28.14 Σωστή απάντηση είναι η γ.  
 Το φως, καθώς διέρχεται από το νερό στον αέρα, απομακρύνεται από την κάθετη, με αποτέλεσμα το πουλί να είναι πιο ψηλά σε σύγκριση με την πραγματικότητα.

- 28.15 Σωστή απάντηση είναι η δ.

## 29. Ανάλυση του φωτός

- 29.5 α. μονοχρωματική  
 β. φάσμα  
 γ. ιώδης  
 δ. μεγαλύτερος  
 ε. ανάλυσης

- 29.6 Λ (δεν αναλύεται) – Σ – Σ – Λ – Λ (οφείλεται στη διαφορετική ταχύτητα διάδοσης των διαφόρων χρωμάτων της ακτινοβολίας).

- 29.7 Σωστή απάντηση είναι η α.

- 29.8 Σωστή απάντηση είναι η β.